

PAT-NO: JP02000251226A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000251226 A

TITLE: SPIN VALVE MAGNETO-RESISTANCE SENSOR AND THIN-FILM  
MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: September 14, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TANOGAMI, SHUJI

COUNTRY

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

READ RITE SMI KK

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP11055773

APPL-DATE: March 3, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the magneto-resistance sensor in spin valve structure having an antiferromagnetic layer which produces an exchange coupling magnetic field between a ferromagnetic material and a pin magnetic layer even after a heat treatment, effectively suppresses the rotation of the magnetism of the spin magnetic layer due to the bias magnetic field of a magnetic head, and can obtain a high MR output.

SOLUTION: The spin valve magneto-resistance sensor has a magneto-resistance effect film 3 formed by stacking on a substrate a ferromagnetic layer 4 and a pin magnetic layer 6 arranged across a nonmagnetic conductive layer 5 and an

antiferromagnetic layer 7 adjacent to the pin magnetic layer. In this case, 2 to 10 at% added to PtMn alloy, and 45 to 55 at% Mn and Pt for the rest are added; and the antiferromagnetic layer is formed of the PtMcCr and thermally treated at 250 to 300&deg;C. In this case, the antiferromagnetic layer is formed of PdPtMnCr alloy obtained by adding 2 to 10 at% Cr, 45 to 55 at% Mn, 20 to 35 at% Pd, and Pt for the rest to PdPtMn alloy and thermally treated at 250 to 300&deg;C in a vacuum magnetic field.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-251226  
(P2000-251226A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G11B 5/39

識別記号

F I  
G11B 5/39

テームコード\* (参考)  
5D034

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21) 出願番号 特願平11-55773

(22) 出願日 平成11年3月3日 (1999.3.3)

(71) 出願人 392034355

リードライト・エスエムアイ株式会社  
大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号

(72) 発明者 田ノ上 修二

兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 住友金属工業株式会社エレクトロニクス技術研究所内

(74) 代理人 100098062

弁理士 梅田 明彦

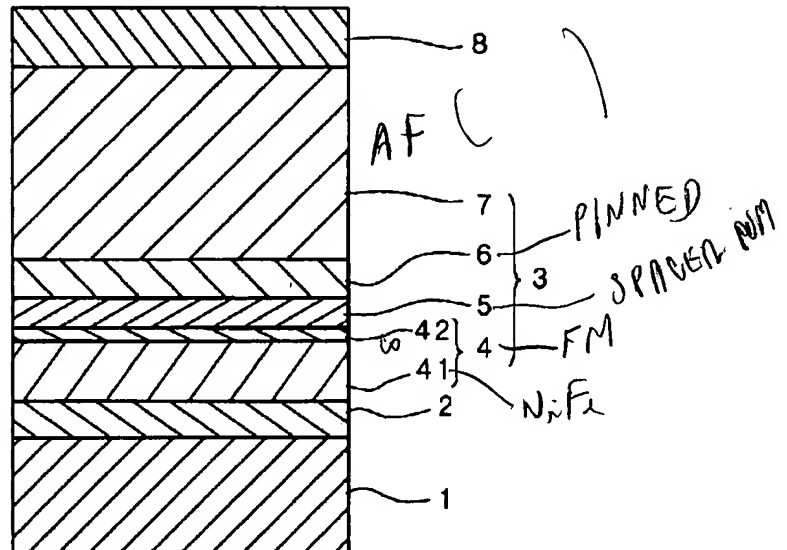
Fターム (参考) 5D034 BA05 CA08 DA07

(54) 【発明の名称】 スピンバルブ磁気抵抗センサ及び薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 熱処理後に強磁性材料のピン磁性層との間で高い交換結合磁場を発揮し、磁気ヘッドのバイアス磁場によるピン磁性層の磁化の回転を有効に抑制し、高いMR出力が得られる反強磁性層を備えたスピンバルブ構造の磁気抵抗センサを提供する。

【解決手段】 基板上に非磁性導電層5を挟んで配置されたフリー磁性層4及びピン磁性層6と、ピン磁性層に隣接する反強磁性層7とを積層した磁気抵抗効果膜3を備えるスピンバルブ磁気抵抗センサにおいて、PdPtMn合金にCrを2at%~10at%の範囲で添加し、かつMnを45~55at%の範囲、Pdを20~35at%の範囲、残部をPtとするPdPtMnCr合金で反強磁性層を形成し、真空磁場中で250℃~300℃の温度で熱処理を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に非磁性導電層を挟んで配置された1対の磁性層と、一方の前記磁性層に隣接する反強磁性層とを積層した磁気抵抗膜を備えるスピナバルブ磁気抵抗センサであって、

前記反強磁性層がPd-Pt-Mn-Cr合金からなり、かつその規則化のために熱処理されていることを特徴とするスピナバルブ磁気抵抗センサ。

【請求項2】 前記反強磁性層の膜組成が、Mnを45～55at%、Crを2～10at%、Pdを20～35at%、残部をPtとすることを特徴とする請求項1に記載のスピナバルブ磁気抵抗センサ。

【請求項3】 前記熱処理の温度が250℃乃至300℃の範囲であることを特徴とする請求項1又は2に記載のスピナバルブ磁気抵抗センサ。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のスピナバルブ磁気抵抗センサを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録装置に使用される磁気抵抗型センサに関し、特にスピナバルブ磁気抵抗効果を利用した磁気センサ及び薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】最近、再生用磁気ヘッドにおいて飽和磁界を小さくして磁界感度を高めるために、基板上に非磁性層を挟んで1対の磁性層を積層したサンドイッチ構造のスピナバルブ膜からなる磁気抵抗(MR)センサが開発されている。スピナバルブ膜は、一方の磁性層(ピン磁性層)の磁化が、それに隣接する反強磁性層との交換結合磁界により素子高さ方向に固定されるのに対し、他方の磁性層(フリー磁性層)の磁化は、一般に永久磁石の磁界を利用したハードバイアス法により、素子のトラック幅方向に単磁区化され、外部磁界により自由に回転する。

【0003】反強磁性層による一方向異方性磁場が大きいほど、ピン磁性層を良好に単磁区化することができ、またその磁化が十分に固定されるほど、外部磁場に対する磁気応答の線形性が確保され、磁気センサの磁気特性が向上する。反強磁性材料としては、例えば特開平9-35212号公報に記載されるように、大きな交換結合磁場が得られ、ブロッキング温度を高くでき、耐食性に優れ、熱処理(アニール)温度が低いこと、及び膜厚を薄くできることなどの特性が要求され、従来から様々な材料が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来から反強磁性材料として一般に使用されているFeMn合金は腐食しやすいという問題がある。また、IrMn合

金、RhMn合金、FeMn合金などは下地層の影響を受け易いので、特に基板側に反強磁性層を配置しかつその上にピン磁性層を積層する所謂ボトムタイプのスピナバルブ構造では、(111)結晶配向性の高い下地膜を設けたり、膜厚を厚くする必要がある。また、NiMn合金では、ピン磁性層との交換結合を十分に確保するために、250℃以上の高温で熱処理(アニール)する必要がある。しかし、NiMn合金は、後述するPtMn合金、PdMn合金に比してMnが拡散し易いために、ピン層/非磁性層/フリー層間に金属元素の拡散が生じてMR比を低下させる虞がある。

【0005】かかる問題を解消するために、例えば特開平9-147325号公報では、Ptが5～54at%、Mnが46～95at%のPtMn合金を用いて反強磁性層を形成し、かつ200℃～350℃の温度で熱処理した磁気抵抗効果型読取りヘッドが提案されている。更に、特開平10-91921号公報には、好ましくはPtが44～51at%、Mnが49～56at%のPtMn合金、又はこれと同等の性質のPt-Mn-X合金(X=Ni, Pd, Rh, Ru, Ir, Cr, Fe, Co)、PdMn合金を用いて反強磁性層を形成したデュアルスピナバルブ型薄膜磁気ヘッドが開示されている。両公報によれば、PtMn合金は耐食性が良好で、交換異方性磁界が大きくかつ熱的に安定し、ピン磁性層の上下いずれに積層しても有効な交換異方性磁界を発揮することができ、ブロッキング温度が高く、磁気抵抗効果の線形応答性及び熱的安定性に優れた良好な薄膜磁気ヘッドが得られる。

【0006】また、特開平9-16923号公報には、スピナバルブセンサ層の両端部に隣接接合して形成した磁区制御層を、Ta膜、強磁性NiFe膜及び反強磁性CrMnPt膜の積層構造により構成したスピナバルブセンサが記載されている。同公報によれば、この反強磁性膜は、その組成がCr30～70at%、Mn30～70at%、Pt3.0～30.0at%であって、Cr含有量が多いことにより、耐食性が著しく向上すると共に、Ptの添加により、その下層に形成されるNiFe強磁性膜との良好な交換結合特性を示し、かつブロッキング温度が高い。

【0007】特開平9-81915号公報には、PtMn合金より更に耐食性の高いPdPtMn合金を用いて反強磁性層を形成し、かつ約230℃の比較的低い温度で熱処理することにより、磁気抵抗特性を劣化させることなく反強磁性を付与することができ、それにより信頼性を向上させたスピナバルブ構造の磁気抵抗素子が記載されている。同公報によれば、PdPtMn合金は、Mnの原子分率が48～54at%のときに特に高いバイアス磁界量が得られる。

【0008】また、青島賢一らの論文「PdPtMnスピナバルブ膜の下地の検討」(日本応用磁気学会誌Vol.

22, No. 4-2, 1998, 第501～504頁)には、PdPtMn合金の反強磁性層を基板側に配置したスピナバルブ膜において、その下地材料にNiFeではなくNiFeCrを用いた場合に、PdPtMn反強磁性層の(111)結晶配向性が向上することにより、交換結合磁界が増加し、MR比が向上したことが報告されている。

【0009】しかしながら、上述したPdPtMn系合金では、耐食性は改善されるが、規則化のための熱処理後の一方向異方性磁場が十分に大きくないために、磁気ヘッド内部のバイアス磁場などの作用で異方性の方向が回転する虞がある。そのために、スピナバルブセンサのMR出力が徐々に低下し、高い再生出力を維持できなくなり、磁気ヘッドの信頼性を損なうという問題があった。

【0010】そこで、本発明の目的は、上述した従来の問題点に鑑み、熱処理後も強磁性材料のピン磁性層との間で高い交換結合磁場を発揮し、磁気ヘッドのバイアス磁場によるピン磁性層の磁化の回転を有効に抑制し、高いMR出力が得られる反強磁性層を備えたスピナバルブ構造の磁気抵抗センサを提供することにある。

【0011】また、本発明の別の目的は、かかるスピナバルブ磁気抵抗センサを備えることにより、優れた磁気特性及び高い信頼性を有し、より高記録密度化を達成可能な高性能の薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した目的を達成するためのものであり、基板上に非磁性導電層を挟んで配置された1対の磁性層と、一方の前記磁性層に隣接する反強磁性層とを積層した磁気抵抗膜を備えるスピナバルブ磁気抵抗センサであって、前記反強磁性層がPd-Pt-Mn-Cr合金からなり、かつその規則化\*

\*のために熱処理されていることを特徴とするスピナバルブ磁気抵抗センサが提供される。

【0013】本願発明者は、このようにPdPtMn合金にCrを適量添加し、かつ熱処理して結晶構造を規則化することにより、交換結合磁場Hexを増大させることが可能であり、それにより高温の磁場中でもピン磁性層の磁化の回転が小さく、従ってMR出力が低下しないことを見出し、本発明に至ったものである。PdPtMn合金に添加する金属XとしてCrを選定するに当たり、Zr、Nb、Ti、Cr、Ta、Mo、W、V、Alを候補として、ガラス基板のTa100Å/CoFe100Åからなる下地膜上にPdPtMnXを成膜し、これらを真空磁場で熱処理した後、磁気特性を評価した。その結果、Cr以外の元素を添加したものは交換結合磁場Hexが低下したのに対し、Crを添加した場合にのみ交換結合磁場Hexが増加することが分かった。

【0014】次に、反強磁性層としてPdPtMnCr合金のCr添加量を決定するに当たり、まず、ガラス基板上にTa30Å/NiFe100Åを成膜し、その上にPdPtMnCrを、Pd<sub>30</sub>Pt<sub>20</sub>Mn<sub>50</sub>ターゲット上にCrチップを載せてスパッタリングにより膜厚350Åに成膜し、更にその上に保護膜としてTaを30Å成膜した。これを真空度 $1 \times 10^{-6}$  Torr以下の加熱炉で、1kOeの磁場中で280℃×10時間の熱処理を行い、交換結合磁場Hexを評価した。Cr含有量は、同様にスパッタリングの際にターゲット上に載せるCrチップの数により調整し、実際のCr含有量はICP分析により求めた。Cr含有量に関する格子定数(a、c)及び交換結合磁場Hexの変化を表1に示す。

【0015】

【表1】

Cr量(at%)	格子定数 (Å)	Hex(Oe)
0	a=4.05 c=3.61	47
1	a=4.04 c=3.60	55
2	a=4.03 c=3.55	112
5	a=4.03 c=3.57	150
8	a=4.02 c=3.59	140
10	a=4.02 c=3.59	120
12	-	72

【0016】この表から、Cr含有量が2at%以上で交換結合磁場Hexが増大し、10at%を超えると低下して

いることが分かる。この理由として、Crの添加によりPdPtMn合金中のPt及びPd原子がより小さい原子半径のCrと置き換わり、格子定数が小さくなってMn原子間の距離が短くなり、反強磁性結合が強まったためと考えられる。また、Cr含有量が10at%を超えると、PdPtMn合金中のMnのサイトにもCr原子が入るため、交換結合磁場Hexが低下したと考えられる。この結果、反強磁性層としてのPdPtMnCr合金のCr含有量は、2～10at%の範囲が最適である。更にPdPtMn系合金では、Pd含有量は20～35at%の範囲で交換結合磁場Hexが大きくなるので、この範囲が望ましい。

【0017】また、熱処理温度は250℃乃至300℃の範囲が望ましい。十分な規則化のためには、少なくとも250℃の温度で熱処理する必要があるが、300℃を超えると、反強磁性層と隣接する強磁性層との間及び／又は非磁性導電層を挟んだ強磁性層間での拡散が大きくなり、MR特性の劣化やピン磁性層／フリー磁性層間の相互作用が大きくなるので、好ましくない。

【0018】更に本発明の別の側面によれば、上述したスピバルブ磁気抵抗センサを備えることにより、磁気抵抗変化率及びその線形応答性が優れ、高記録密度化可能な薄膜磁気ヘッドが提供される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な実施の形態について添付の図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明を適用したスピバルブ構造の磁気抵抗センサをABS（空気ベアリング面）側から見た断面図を示している。このスピバルブ磁気抵抗センサは、ガラスやシリコン、 $Al_2O_3 \cdot TiC$ などのセラミック材料からなる基板上に設けたアルミナ（ $Al_2O_3$ ）絶縁層1の上に厚さ30ÅのTaからなる下地層2が形成され、その上に基板とは反対側に反強磁性層を配置した所謂トップスピバルブ構造の磁気抵抗（MR）膜3が積層されている。

【0020】MR膜3は、下地層2の上に積層したNiFe膜41及びCo膜42からなるフリー磁性層4と、Cu膜からなる非磁性導電層5と、Co膜からなるピン磁性層6と、PdPtMnCr膜からなる反強磁性層7とを有する。MR膜3は、成膜後に真空中で250℃～

300℃の温度で一方向磁場中熱処理を行うことにより、反強磁性層7の結晶構造を規則化させ、かつピン磁性層6に一方向異方性を与えて、その磁化配向を固定する。MR膜3の上には、Taからなる保護膜8が成膜されている。前記各膜層は、例えばDCスパッタリングにより連続的に成膜される。

【0021】MR膜3の両側は、所定のトラック幅に合わせてエッチングにより除去され、ハードバイアス層及びセンス電流を流すための電極としての導電リード（共に図示せず）等が形成される。更に、この積層構造全体をアルミナ絶縁層で被覆して、本発明のスピバルブMRセンサが完成する。

【0022】反強磁性層7の組成は、Pdが20at%～35at%、Mnが45at%～55at%、Crが2at%～10at%の範囲であり、残部がPtである。この膜組成により、前記反強磁性層は熱処理後にピン磁性層との間で高い交換結合磁場が得られる。

【0023】本発明は、図1に関連して上述したトップスピバルブ構造だけでなく、反強磁性層を基板側に配置した所謂ボトムスピバルブ構造、2組のピン磁性層と反強磁性層とをフリー磁性層を挟んで対称に配置するデュアルスピバルブ構造、ピン磁性層が非磁性膜を挟んで反強磁性的に結合する1対の強磁性膜から構成され、印加磁界の存在下で反強磁性層とそれに隣接する一方の強磁性膜とが交換結合するシンセティック（synthetic）タイプのスピバルブ構造など、公知の様々な構造のスピバルブMRセンサに同様に適用することができる。

【0024】

【実施例】（実施例1）図1のMRセンサにおいて、ガラス基板の上にTa30Å/NiFe50Å/Co10Å/Cu25Å/Co30Å/PdPtMnCr300Å/Ta30Åのスピバルブ膜をDCスパッタリングにより連続して成膜し、3000Oeの真空磁場中で250℃×10時間熱処理を施した。PdPtMnCr反強磁性層7の組成を変化させ、その各々についてMR曲線を測定した。その結果を表2に示す。

【0025】

【表2】

Pt(at%)	Pd(at%)	Cr(at%)	Mn(at%)	MR(%)	Hex(Oe)
22	28	0	50	7.0	680
22	25	5	48	7.6	1200
15	35	8	42	5.2	750
14	30	4	52	7.6	1000
20	24	1	55	7.2	720
18	32	5	45	7.7	1100
18	25	12	45	6.8	760
22	20	8	50	7.5	1150
18	18	9	55	6.8	790

【0026】この表から、Pdが20at%～35at%、Mnが45at%～55at%、Crが2at%～10at%の範囲において交換結合磁場Hexが顕著に大きく、かつMR比が著しく高くなっていることが分かる。

【0027】（実施例2）同じく図1のMRセンサにおいて、熱酸化Si基板の上にTa30Å/NiFe60Å/Co10Å/Cu25Å/Co30Å/PdPtMnCr250Å/Ta30Åのスピナル膜をDCスパッタリングにより連続して成膜した。PdPtMnCr\*

20\* r反強磁性層7の組成をPd<sub>23</sub>Pt<sub>22</sub>Mn<sub>50</sub>Cr<sub>5</sub>及びPd<sub>24</sub>Pt<sub>22.5</sub>Mn<sub>52</sub>Cr<sub>1.5</sub>の2種類とし、かつ3000Oeの真空磁場で5時間熱処理した。熱処理温度は230℃から250℃、270℃、300℃、320℃までの5段階に変化させた。その各々について熱処理後にMR曲線を測定し、交換結合磁場Hex及びMR比の変化を調べた。その結果を表3に示す。

【0028】

【表3】

熱処理温度 (°C)	組成(at%)	Hex(Oe)	MR比(%)
230	Pd <sub>23</sub> Pt <sub>22</sub> Mn <sub>50</sub> Cr <sub>5</sub>	800	6.5
250	Pd <sub>23</sub> Pt <sub>22</sub> Mn <sub>50</sub> Cr <sub>5</sub>	1220	7.6
270	Pd <sub>23</sub> Pt <sub>22</sub> Mn <sub>50</sub> Cr <sub>5</sub>	1270	7.6
300	Pd <sub>23</sub> Pt <sub>22</sub> Mn <sub>50</sub> Cr <sub>5</sub>	1350	7.1
320	Pd <sub>23</sub> Pt <sub>22</sub> Mn <sub>50</sub> Cr <sub>5</sub>	1390	5.0
230	Pd <sub>24</sub> Pt <sub>22.5</sub> Mn <sub>52</sub> Cr <sub>1.5</sub>	750	6.4
250	Pd <sub>24</sub> Pt <sub>22.5</sub> Mn <sub>52</sub> Cr <sub>1.5</sub>	780	7.1
270	Pd <sub>24</sub> Pt <sub>22.5</sub> Mn <sub>52</sub> Cr <sub>1.5</sub>	820	7.1
300	Pd <sub>24</sub> Pt <sub>22.5</sub> Mn <sub>52</sub> Cr <sub>1.5</sub>	840	6.7
320	Pd <sub>24</sub> Pt <sub>22.5</sub> Mn <sub>52</sub> Cr <sub>1.5</sub>	850	4.8

【0029】この表から、Cr含有量が本発明の範囲内にある5at%では、Cr含有量が1.5at%のものに比※50大きく、かつMR比が著しく高いことが分かる。また、

※較して、熱処理温度によらず交換結合磁場Hexが顕著に

熱処理温度を本発明の範囲(250℃、270℃、300℃)とした場合には、交換結合磁場Hex及びMR比が高い。これに比較して熱処理温度を230℃としたものは、交換結合磁場Hex及びMR比共に小さい。また、320℃の熱処理温度では、交換結合磁場Hexは大きいMR比が低い。このように、熱処理温度は250℃～300℃の範囲が適正である。

#### 【0030】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明のスピンバルブ磁気抵抗センサによれば、PdPtMn合金にCrを2at%～10at%の範囲で添加し、Pdを20at%～35at%、Mnを45at%～55at%の範囲、残部をPtとしたPdPtMnCr合金で反強磁性層を形成しかつ熱処理を行うことにより、熱処理後に従来より大きい交換結合磁場Hexが得られ、それにより磁気ヘッドのバイアス磁場によってもピン磁性層の磁化が回転せず、MR出力の低下が抑制されて、再生出力の向上、その熱的・磁氣的安定性が達成される。更に、本発

明によれば、高い磁気抵抗変化率及び線形応答性など、磁気変換特性を向上させたスピンバルブ磁気抵抗センサが得られることにより、高記録密度化可能で高性能かつ高信頼性の磁気ヘッドを実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したスピンバルブ磁気抵抗センサの要部をABS側から見た模式的断面図。

#### 【符号の説明】

- 1 絶縁層
- 2 下地層
- 3 MR膜
- 4 フリー磁性層
- 41 NiFe膜
- 42 Co膜
- 5 非磁性導電層
- 6 ピン磁性層
- 7 反強磁性層
- 8 保護層

【図1】

